



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 314022

51 IntCl⁷:

22 Data zgłoszenia: 26.04.1996

H02P 7/282
B60L 15/20
H02H 7/12

54

Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego

43 Zgłoszenie ogłoszono:
27.10.1997 BUP 22/97

45 O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.09.2000 WUP 09/00

73 Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL

72 Twórcy wynalazku:
Stanisław Kosiorowski, Kraków, PL
Marek Żuchowicz, Kraków, PL
Roman Dudek, Wieliczka, PL
Andrzej Stobiecki, Kraków, PL

74 Pełnomocnik:
Adamek-Obłąkowska Maria, Akademia
Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica

57 1. Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego zawierającego co najmniej jedną gałąź obwodu głównego składającą się z silnika szeregowego prądu stałego połączonego poprzez uzwojenie wzbudzenia z półprzewodnikowym, głównym łącznikiem mocy i zasilaną poprzez filtr wejściowy ze źródła napięcia stałego, bez lub z siecią odciążającą połączoną poprzez filtr wejściowy ze źródłem napięcia stałego i zawierającą gałąź utworzoną z dławika szeregowo połączonych przez diodę z kondensatorem, przy czym punkt wspólny diody i kondensatora tej gałęzi jest połączony z punktem wspólnym głównego łącznika mocy i uzwojenia wzbudzenia silnika poprzez diodę dodatkową, a także zawierający diodę zerową bocznikującą uzwojenia silnika oraz układ regulacji prądu wzbudzenia bocznikujący uzwojenie wzbudzenia silnika i utworzony z trzech gałęzi równoległych, z których jedna zawiera diodę, znamienny tym, że druga gałąź układu regulacji prądu wzbudzenia (A_1, A_2, \dots, A_n) zawiera półprzewodnikowy łącznik mocy (2), który jest włączony przeciwsobnie do znanej diody (1), zaś trzecia gałąź zawiera kondensator (3), który jest połączony szeregowo z dławikiem (4) zbocznikowanym diodą (5), przy czym katoda diody (5) jest połączona z anodą znanej diody (1), a punkt wspólny katody diody (1), kondensatora (3) i łącznika mocy (2) jest połączony z punktem wspólnym twornika silnika (S_1, S_2, \dots, S_n) i jego uzwojenia wzbudzenia (Wz_1, Wz_2, \dots, Wz_n) poprzez diodę (6), która jest włączona zgodnie z kierunkiem przewodzenia łącznika mocy (2).

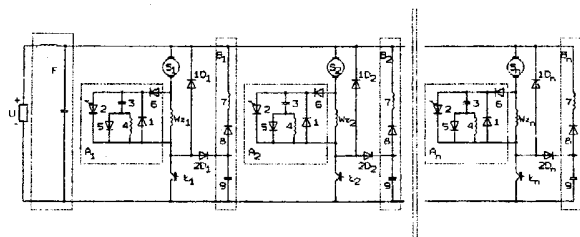


Fig. 1.

Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego zawierającego co najmniej jedną gałąź obwodu głównego składającą się z silnika szeregowego prądu stałego połączonego poprzez uzwojenie wzbudzenia z półprzewodnikowym, głównym łącznikiem mocy i zasilaną poprzez filtr wejściowy ze źródła napięcia stałego, bez lub z siecią odciążającą połączoną poprzez filtr wejściowy ze źródłem napięcia stałego i zawierającą gałąź utworzoną z dławika szeregowo połączonego przez diodę z kondensatorem, przy czym punkt wspólny diody i kondensatora tej gałęzi jest połączony z punktem wspólnym głównego łącznika mocy i uzwojenia wzbudzenia silnika poprzez diodę dodatkową, a także zawierający diodę zerową bocznikującą uzwojenia silnika oraz układ regulacji prądu wzbudzenia bocznikujący uzwojenie wzbudzenia silnika i utworzony z trzech gałęzi równoległych, z których jedna zawiera diodę, **znamienny tym**, że druga gałąź układu regulacji prądu wzbudzenia ($A_1, A_2 \dots A_n$) zawiera półprzewodnikowy łącznik mocy (2), który jest włączony przeciwsobnie do znanej diody (1), zaś trzecia gałąź zawiera kondensator (3), który jest połączony szeregowo z dławikiem (4) zbocznikowaną diodą (5), przy czym katoda diody (5) jest połączona z anodą znanej diody (1), a punkt wspólny katody diody (1), kondensatora (3) i łącznika mocy (2) jest połączony z punktem wspólnym twornika silnika ($S_1, S_2 \dots S_n$) i jego uzwojenia wzbudzenia ($Wz_1, Wz_2 \dots Wz_n$) poprzez diodę (6), która jest włączona zgodnie z kierunkiem przewodzenia łącznika mocy (2).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każdy twornik silnika ($S_1, S_2 \dots S_n$) wraz z uzwojeniem wzbudzenia ($Wz_1, Wz_2 \dots Wz_n$) i głównym łącznikiem mocy ($L_1, L_2 \dots L_n$) jest połączony z indywidualną znaną siecią odciążającą ($B_1, B_2 \dots B_n$).

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że punkt wspólny uzwojenia wzbudzenia ($Wz_1, Wz_2 \dots Wz_n$) każdego silnika ($S_1, S_2 \dots S_n$) i głównego łącznika mocy ($L_1, L_2 \dots L_n$) jest połączony poprzez dodatkowe diody ($2D_1, 2D_2 \dots 2D_n$) z punktem wspólnym kondensatora (9) i diody (8) znanej sieci odciążającej (B), która stanowi centralną sieć odciążającą dla całego układu napędowego, gdzie n jest liczbą naturalną.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego, znajdujący zastosowanie w jedno- lub wielosilnikowych układach napędowych prądu stałego z silnikami szeregowymi, zwłaszcza w przewodowych lokomotywach kopalnianych.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 150 766 układ sterowania silników szeregowych prądu stałego zawiera silnik połączony szeregowo z uzwojeniem wzbudzenia, który zasilany jest ze źródła napięcia stałego poprzez szeregowo połączone: tyrystor główny i dławik komutacyjny. Silnik wraz z uzwojeniem wzbudzenia zbocznikowany jest diodą rozładowującą. Natomiast do szeregowej gałęzi, zawierającej uzwojenie wzbudzenia, tyrystor główny i dławik komutacyjny podłączony jest układ regulacji prądu wzbudzenia, utworzony z równolegle połączonych: kondensatora, diody i tyrystora połączonego szeregowo z dławikiem, przy czym zacisk kondensatora, anoda diody i anoda tyrystora są dołączone do zacisku uzwojenia wzbudzenia połączonego z końcem twornika silnika. Układ zawiera również układ komutacyjny wyposażony w kondensator komutacyjny. Kondensator komutacyjny utworzony jest z dwóch baterii, których jedne zaciski są zwarte i połączone z jednym zaciskiem uzwojenia pierwotnego transformatora oraz z dodatnim biegunem źródła zasilania. Pomiedzy drugie zaciski baterii włączona jest dioda, której anoda poprzez tyrystory komutacyjne połączona jest z katodami tyrystorów układu regulacji prądu wzbudzenia, zaś katoda tej diody połączona jest poprzez drugie tyrystory komutacyjne z katodami tyrystorów głównych. Drugi zacisk uzwojenia pierwotnego transformatora połączony jest poprzez drugą diodę i dławik ze wspólnym punktem baterii kondensatora komutacyjnego i anody pierwszej diody. Ponadto punkt

wspólny drugiej diody i dławika połączony jest poprzez kolejne dwie diody z ujemnym biegunem źródła zasilania. Uzwojenie wtórne transformatora poprzez następną diodę połączone jest z akumulatorem i równolegle do niego dołączonymi: kondensatorem i obwodami pomocniczymi.

Znany jest również z polskiego opisu patentowego nr 147 360 układ sterowania silnika szeregowego prądu stałego, w którym układ regulacji prądu wzbudzenia bocznikujący uzwojenie wzbudzenia silnika stanowią trzy równolegle połączone gałęzie, z których jedna zawiera kondensator, druga diodę, zaś trzecia tyrystor połączony szeregowo z dławikiem komutacyjnym, natomiast obwód komutacyjny składa się z szeregowo połączonych: dławika komutacyjnego, tyrystora zbocznikowanego diodą i drugiego kondensatora zbocznikowanego rezystorem, przy czym obwód ten zasilany jest bezpośrednio ze źródła napięcia stałego zasilającego silnik.

Znany jest z polskiego opisu patentowego nr 173 154 układ sieci odciążającej przekształtnika impulsowego prądu stałego zasilanego ze źródła napięcia stałego, który zawiera zbocznikowaną diodą zerową odbiornik prądu stałego połączony szeregowo z półprzewodnikowym łącznikiem mocy i dławikiem ograniczającym oraz gałąź utworzoną z szeregowo połączonych: diody i dławika. Jeden koniec tej gałęzi połączony jest z punktem wspólnym odbiornika, diody zerowej i dławika ograniczającego, zaś drugi jej koniec jest połączony poprzez drugą diodę z punktem wspólnym odbiornika, diody zerowej oraz łącznika mocy i równocześnie poprzez kondensator z punktem wspólnym łącznika mocy i źródła napięcia stałego.

Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego, według wynalazku, zawierającego co najmniej jedną gałąź obwodu głównego składającą się z szeregowego prądu stałego połączonego poprzez uzwojenie wzbudzenia z półprzewodnikowym, głównym łącznikiem mocy i zasilaną poprzez filtr wejściowy ze źródła napięcia stałego, bez lub z siecią odciążającą połączoną poprzez filtr wejściowy ze źródłem napięcia stałego i zawierającą gałąź utworzoną z dławika szeregowo połączonego poprzez diodę z kondensatorem, przy czym punkt wspólny diody i kondensatora tej gałęzi jest połączony z punktem wspólnym głównego łącznika mocy i uzwojenia wzbudzenia silnika poprzez diodę dodatkową, a także zawierającą diodę zerową bocznikującą uzwojenia silnika oraz układ regulacji prądu wzbudzenia bocznikujący uzwojenie wzbudzenia silnika i utworzony z trzech gałęzi równoległych, z których jedna zawiera diodę, charakteryzuje się tym, że druga gałąź układu regulacji prądu wzbudzenia zawiera półprzewodnikowy łącznik mocy, który jest włączony przeciwsobnie do znanej diody, zaś trzecia gałąź zawiera kondensator, który jest połączony szeregowo z dławikiem zbocznikowanym drugą diodą, przy czym katoda drugiej diody jest połączona z anodą znanej pierwszej diody, a punkt wspólny katody pierwszej diody, kondensatora i łącznika mocy jest połączony z punktem wspólnym twornika silnika i jego uzwojenia wzbudzenia poprzez diodę, która jest włączona zgodnie z kierunkiem przewodzenia łącznika mocy.

Ponadto twornik każdego silnika wraz z uzwojeniem wzbudzenia i głównym łącznikiem mocy jest połączony z indywidualną znaną siecią odciążającą albo punkt wspólny uzwojenia wzbudzenia każdego silnika i głównego łącznika mocy jest połączony poprzez dodatkowe diody z punktem wspólnym kondensatora i diody znanej sieci odciążającej, która stanowi centralną sieć odciążającą dla całego układu napędowego.

Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego, według wynalazku, cechuje prosta budowa, zapewniająca płynną regulację prądu wzbudzenia silników szeregowych z równoczesnym zachowaniem warunków prawidłowej pracy półprzewodnikowych łączników mocy. Ponadto rozwiązanie to, dzięki zastosowaniu centralnej sieci odciążającej w wielosilnikowych układach napędowych umożliwia zmniejszenie ilości stosowanych podzespołów do wspomagania procesów komutacyjnych głównych łączników mocy w obwodzie zasilania silników.

Przedmiot wynalazku uwidoczony jest w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy układu sterowania wielosilnikowego napędu elektrycznego prądu stałego z silnikami szeregowymi, wyposażonymi w indywidualne sieci odciążające, a fig. 2 - schemat układu sterowania napędu przewodowej lokomotywy kopalnianej z dwoma silnikami szeregowymi i centralną siecią odciążającą.

Z uwagi na symetrię przedstawionego rozwiązania, na rysunku i w opisie wyróżniono tylko elementy związane z jednym silnikiem oraz elementy wspólne dla układu sterowania napędu elektrycznego.

Układ sterowania napędu elektrycznego prądu stałego przewodowej lokomotywy kołnianej, według wynalazku, posiadającego dwa silniki szeregowe prądu stałego S_1 , S_2 , które są zasilane poprzez filtr wejściowy F ze źródła napięcia stałego U za pomocą sterowanych napięciowo, półprzewodnikowych, głównych łączników mocy L_1 , L_2 , połączonych szeregowo z twornikami silników S_1 , S_2 poprzez ich uzwojenia wzbudzenia Wz_1 , Wz_2 , zawiera diodę zerową $1D_1$, która bocznikuje odpowiednio uzwojenie twornika silnika S_1 i jego szeregowo uzwojenie wzbudzenia Wz_1 . Układ sterowania zawiera również układ regulacji prądu wzbudzenia A_1 , bocznikujący uzwojenie wzbudzenia Wz_1 silnika S_1 . Układ A_1 jest utworzony z trzech gałęzi równoległych, z których jedna zawiera diodę 1, druga zawiera półprzewodnikowy łącznik mocy 2, który jest włączony przeciwsobnie do diody 1, zaś trzecia gałąź zawiera kondensator 3, który jest połączony szeregowo z dławikiem 4 zbocznikowanym diodą 5, przy czym katoda diody 5 jest połączona z anodą diody 1.

Punkt wspólny katody diody 1, kondensatora 3 i łącznika mocy 2 układu regulacji prądu wzbudzenia A_1 , jest połączony z punktem wspólnym twornika silnika S_1 i jego uzwojenia wzbudzenia Wz_1 poprzez diodę 6, która jest włączona zgodnie z kierunkiem przewodzenia łącznika mocy 2.

Układ wyposażony jest także w centralną sieć odciążającą B , połączoną poprzez filtr wejściowy F ze źródłem napięcia stałego U , która zawiera gałąź, utworzoną z dławika 7 szeregowo połączonego poprzez diodę 8 z kondensatorem 9, przy czym punkt wspólny diody 8 i kondensatora 9 tej gałęzi jest połączony poprzez dodatkowe diody $2D_1$, $2D_2$ z punktami wspólnymi uzwojeń wzbudzenia Wz_1 , Wz_2 silników S_1 , S_2 i głównych łączników mocy L_1 , L_2 .

Działanie układu według wynalazku polega na tym, że w pierwszej strefie regulacji prędkości obrotowej, to jest w zakresie poniżej charakterystyki naturalnej, realizowana jest zmiana wartości średniej napięcia na silnikach S_1 , S_2 za pomocą głównych łączników mocy L_1 , L_2 . Każdorazowe wyłączenie łącznika mocy L_1 powoduje przekazanie poprzez diodę $2D_1$ energii zawartej w polu magnetycznym indukcyjności rozproszonych występujących w układzie zasilania twornika silnika S_1 do kondensatora 9 sieci odciążającej B . Jeżeli napięcie kondensatora 9 przekroczy wartość napięcia zasilania U , to część energii z kondensatora 9 jest zwracana do źródła napięcia stałego U poprzez diodę 8 i dławik 7.

Przy przesunięciu impulsów bramkowych łączników mocy L_1 , L_2 względem siebie o połowę okresu impulsowania energia indukcyjności rozproszonych występujących w układzie zasilania twornika drugiego silnika S_2 jest odprowadzona do źródła napięcia stałego U poprzez diodę $2D_2$ i elementy centralnej sieci odciążającej B , a to kondensator 9, diodę 8 i dławik 7.

W drugiej strefie regulacji prędkości obrotowej, to jest w zakresie powyżej charakterystyki naturalnej, realizowana jest zmiana prądu wzbudzenia silników S_1 , S_2 za pomocą układu regulacji prądu wzbudzenia A_1 , A_2 . Prąd twornika silnika S_2 jest sumą prądu płynącego poprzez uzwojenie wzbudzenia Wz_1 oraz diodę 6 i łącznik mocy 2 układu regulacji prądu wzbudzenia A_1 . Względny czas przewodzenia łącznika mocy 2 decyduje o średniej wartości prądu płynącego przez układ A_1 , a dioda 6 uniemożliwia rozładowanie energii zawartej w polu magnetycznym uzwojenia wzbudzenia Wz_1 poprzez diodę 1, która zapobiega wstecznej polaryzacji łącznika mocy 2. Gałąź układu A_1 złożona z kondensatora 3, dławika 4 i diody 5 zapewnia prawidłowe warunki pracy łącznika mocy 2, a więc kondensator 3 ogranicza wartości przepięć generowanych w uzwojeniu wzbudzenia Wz_1 w wyniku komutacji prądu w tworniku silnika S_1 lub też spowodowanych impulsową pracą łącznika mocy L_1 , zaś dławik 4 ogranicza wartość prądu rozładowania kondensatora 3 poprzez łącznik mocy 2.

W układzie, według wynalazku, zarówno w obwodzie zasilania silnika S_1 jak i w układzie regulacji prądu wzbudzenia A_1 jako łączniki mocy L_1 i 2 mogą być stosowane, sterowane napięciowo, tyrystory mocy MCT lub tranzystory mocy IGBT. Zastosowanie tyrystora MCT jako łącznika mocy 2 w układzie regulacji prądu wzbudzenia A_1 pozwala zwiększyć zakres regulacji prędkości silnika S_1 , dzięki małym spadkom napięcia w czasie przewodzenia tego tyrystora.

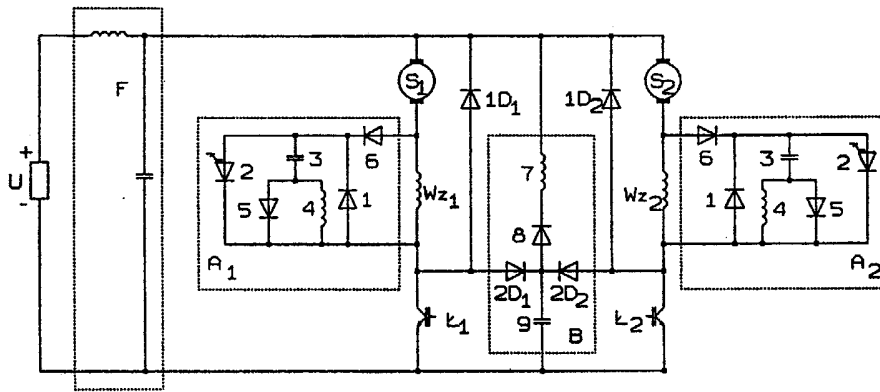


Fig. 2.

